

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-137200

(P2002-137200A)

(43) 公開日 平成14年5月14日 (2002. 5. 14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

B 8 1 B 3/00

B 8 1 B 3/00

B 8 1 C 1/00

B 8 1 C 1/00

// H 0 2 N 1/00

H 0 2 N 1/00

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-243828 (P2001-243828)

(22) 出願日 平成13年8月10日 (2001. 8. 10)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 0 - 4 7 8 0 9

(32) 優先日 平成12年8月18日 (2000. 8. 18)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72) 発明者 李 振 鎬

大韓民国 京畿道 水原市 八達区 豊通

洞 972-2 番地 住公アパート 836棟

304号

(72) 発明者 高 泳 哲

大韓民国 ソウル特別市 江南区 論▲見

▼洞 219-32番地 三和ビラー B棟

1号

(74) 代理人 100064414

弁理士 磯野 道造

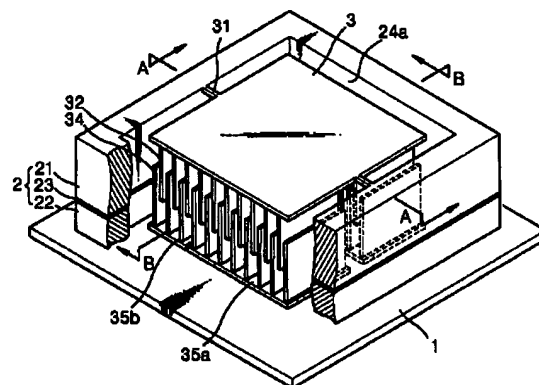
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロアクチュエータ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 上下方向の運動が可能なステージを備え、かつ製作が容易なマイクロアクチュエータ及びその製品歩留まりを向上させた製造方法を提供する。

【解決手段】 ステージ3の底部に多数平行に駆動くし形電極32を形成し、基板1の上部には駆動くし形電極32に対応する固定くし形電極34を複数、平行に配置し、ステージ3の両側にはステージ3の上下運動を支持するトーションバー31を設ける。そして、トーションバー31を第1フレーム層21及び第2フレーム層22を備えるフレーム2に支持させると共に、トーションバー31を第1フレーム層21と一体的に形成し、第1フレーム層21と第2フレーム層22とを金属層間の共晶組織からなる金属共晶接合層23bによって互いに接合させて構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定パターンの配線層が形成された基板と、前記基板上に固定され、この基板面に対して垂直方向にくし状に延びる複数の固定くし形電極と、前記基板の上方の所定高さに形成され、上下方向の運動が可能に構成されたステージと、前記ステージの底部に平行に配列して形成され、各先端部が前記固定くし形電極の間にくし状に延びる複数の駆動くし形電極と、

前記ステージの上下方向の運動を支持するように、前記ステージの両側部にステージと一体的に形成された所定長さのトーションバーと、前記トーションバーの両端部に連結された第1フレーム層と、前記第1フレーム層の下部に配置され、第1フレーム層と共に積層構造のフレームを形成する第2フレーム層と、前記第1フレーム層と第2フレーム層との間に介在し、前記第1フレーム層と第2フレーム層とを共に接合するための共晶組織からなる金属共晶接合層と、を備えて構成されたことを特徴とするマイクロアクチュエータ。

【請求項2】 前記第1フレーム層、トーションバー、ステージ及び駆動くし形電極が一体的に形成されて構成されたことを特徴とする請求項1に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項3】 前記第1フレーム層は、ステージを覆う方形枠の形状を有し、前記第1フレーム層と前記ステージとの間には、所定幅の分離領域が設けられ、前記トーションバーは、前記分離領域と交差して構成されたことを特徴とする請求項1に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項4】 前記第1フレーム層は、ステージを覆う方形枠の形状を有し、前記第1フレーム層とステージとの間には、所定幅の方形枠の形状の分離領域が設けられ、前記トーションバーは、前記方形枠の形状の分離領域の一部と交差して構成されたことを特徴とする請求項1に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項5】 前記固定くし形電極は、前記基板上に形成された電極ベースの上に形成され、前記電極ベース、固定くし形電極、及び第2フレーム層は、同一素材の基板から形成されて構成されたことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項6】 前記固定くし形電極は、前記第2フレーム層よりも高い位置に配置され、かつその先端部が前記第2フレーム層の上端部よりも高い位置に配置されて構成されたことを特徴とする請求項5に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項7】 前記固定くし形電極は、前記第2フレーム層よりも高い位置に配置され、かつその先端部が前記第2フレーム層の上端部よりも高い位置に配置されて構成されたことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項8】 前記駆動くし形電極、及び第1フレーム層は、各々の先端部が任意の共通平面上に配置されて構成されたことを特徴とする請求項1から請求項4及び請求項6のいずれか一項に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項9】 前記駆動くし形電極、及び第1フレーム層は、各々の先端部が任意の共通平面上に配置されて構成されたことを特徴とする請求項5に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項10】 前記共晶組織からなる金属共晶接合層は、複数の金属層から構成され、中央に配置された金属層は、AuとSnとの合金からなるメッキ層から形成されて構成されたことを特徴とする請求項1から請求項4、請求項6及び請求項9のいずれか一項に記載のマイクロアクチュエータ。

【請求項11】 第1基板の両面をエッチングすることによって、ステージと、前記ステージの底部に形成された複数の駆動くし形電極と、前記ステージで互いに対向する両端部の中間部に配置されたトーションバーと、前記トーションバーを支持する所定高さの第1フレーム層とからなる上部構造物を形成する段階と、

第2基板の両面をエッチングすることによって、基板と、前記基板上に形成され前記第1フレーム層に対応する所定高さを有する第2フレーム層と、前記基板上に形成された複数の固定くし形電極とからなる底部構造物を形成する段階と、

前記第1フレーム層と第2フレーム層との間に共晶組織からなる金属共晶接合層を介在させて前記上部構造物と底部構造物とを一体的に接合すると共に、前記駆動くし形電極の延長方向が、前記固定くし形電極の延長方向と互い違いに配列されるように前記駆動くし形電極と固定くし形電極とが重なり合うように形成する段階と、を含むことを特徴とするマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項12】 前記上部構造物を形成する段階は、前記ステージと第1フレーム層との間の空間部に対応する所定幅及び所定深さを有する上部分離領域を形成する段階と、

前記第1フレーム層に対応する部分に上部金属層を形成する段階と、

前記第1基板の底部を所定パターンにエッチングすることにより前記分離領域を貫通させて、前記ステージの底部に所定高さを有する駆動くし形電極を形成する段階と、を含むことを特徴とする請求項11に記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項13】 前記下部構造物を形成する段階は、前記構成要素に対応する所定パターンの配線層を形成する段階と、前記第2フレーム層と固定くし形電極形成領域との間の空間部に対応する所定幅及び所定深さを有する下部分離領域を形成する段階と、前記基板の上部に前記第2基板の底部を接合する段階と、前記第2基板の上部の前記第2フレームに対応する領域を所定深さになるまでエッチングする段階と、前記第2基板のエッチング部分に下部金属層を形成する段階と、前記第2基板の上部に前記第2フレーム層及び前記固定くし形電極に対応する部分を被覆するマスク層を形成する段階と、前記マスク層で被覆されていない部分を所定深さになるまでエッチングし、前記下部分離領域を貫通させて、前記下部分離領域の内側に所定高さの固定くし形電極を形成する段階と、を含むことを特徴とする請求項11に記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項14】 前記下部構造物を形成する段階は、前記構成要素に対応する所定パターンの配線層を形成する段階と、前記第2フレーム層と固定くし形電極形成領域との間の空間部に対応する所定幅及び所定深さを有する下部分離領域を形成する段階と、前記基板の上部に前記第2基板の底部を接着する段階と、前記第2フレーム層に対応する部分を所定深さになるまでエッチングする段階と、前記第2基板のエッチングされた部分に下部金属層を形成する段階と、前記第2基板の上部に前記第2フレーム層及び固定くし形電極に対応する部分を被覆するマスク層を形成する段階と、前記マスク層に被覆されていない部分を所定深さになるまでエッチングして前記下部分離領域を貫通させて、前記下部分離領域の内側に所定高さの固定くし形電極を形成する段階と、を含むことを特徴とする請求項12に記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項15】 前記上部金属層を形成する段階は、前記第1基板の底部に金属の初期核からなる層を形成する段階と、前記金属の初期核からなる層に、メッキ法によって、共晶組織からなる金属共晶接合層を形成する段階と、を含むことを特徴とする請求項12または請求項14に記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項16】 前記上部構造物及び下部構造物を一体的に接合する段階は、前記上部構造体の第1フレーム層と下部構造体の第2フ

レーム層とを接合するために、所定温度及び所定圧力下で共晶組織からなる金属共晶接合層を形成し、さらに、前記下部構造体の第2フレーム層の下部金属層に、前記上部構造体の第1フレーム層の上部金属層を互いに接合させる段階を含むことを特徴とする請求項15に記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項17】 前記下部構造の第2フレーム層に下部金属層を形成する段階は、下部構造体の第2フレーム層に上部構造体の第1フレーム層を接合するために、所定温度及び所定圧力で共晶組織からなる金属共晶接合層を形成し、さらに、下部構造体の第2フレーム層の下部金属層に上部構造体の第1フレーム層の上部金属層を接合する段階を含むことを特徴とする請求項13または請求項14に記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項18】 前記第1基板に対する上部分離領域を形成した段階の後に、前記分離領域の表面に保護層を形成する段階をさらに含むことを特徴とする請求項12または請求項14に記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項19】 前記第2基板の下部は、陽極接合により前記基板の上部に接合されることを特徴とする請求項11から請求項16のいずれか一項に記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項20】 第2基板の下部は、陽極接合により前記基板に接合されることを特徴とする請求項17に記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【請求項21】 第2基板に形成された構造物を、前記基板に陽極接合により接合することを特徴とする請求項18に記載のマイクロアクチュエータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静電力によって動作するマイクロアクチュエータ及びその製造方法に係り、詳しくは、1軸方向の上下方向に駆動されるマイクロアクチュエータ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の技術として、米国特許第5025346号明細書には、くし形電極構造で誘起される静電力により動作するマイクロアクチュエータが開示されている。この米国特許第5025346号明細書で開示されているマイクロアクチュエータは、複数の移動くし形電極及び複数の固定くし形電極が、移動構造物及び固定構造物に、それぞれ交互に配列された構造を有するものである。前記移動構造物は周囲の支持構造物によって懸架されて懸架構造物を形成し、この懸架構造物が水平方向の共振周波数で駆動されるように構成されている。

【0003】X軸およびY軸の両者またはいずれか一方のような1軸以上の方向で駆動を行なうようにするには、1軸に沿った1方向で駆動する場合、この駆動部には少なくとも3つの電極が必要とされ、1軸に沿った両

方向で駆動する場合には、少なくとも5つの電極が必要とされている。米国特許536988号明細書には、反応性エッチングで修飾された単結晶を用いると共に、素子の熱酸化による素子分離プロセスを含むメタライゼーションプロセスを用いて製作されるマイクロアクチュエータが開示されている。

【0004】このような従来のマイクロアクチュエータにおいては、移動体のステージまたは移動構造物の面に平行な方向に駆動くし形電極が配列され、固定された構造体の上には固定くし形電極が前記駆動くし形電極と交互に配列されると共に、前記駆動くし形電極と同様、前記ステージの平面に平行に配列されている。

【0005】以上のような従来のマイクロアクチュエータにおいては、ステージの近傍にくし形電極が配列されているので、ステージまたは移動構造物に比べて、全体の大きさが大きくなるという問題がある。さらに、このような従来のマイクロアクチュエータは、ステージまたは移動構造物の面に平行な1軸またはX軸、Y軸の2軸の方向に駆動される構造を有するため、その適用対象が限定されるという問題がある。

【0006】韓国特許出願98-37315号、及び韓国特許出願99-20488号には、1軸方向に沿って上下方向の駆動を行なう方法を具現化したマイクロアクチュエータが開示されている。この特許出願では、光ディスクドライブに適用可能な構造を有するマイクロアクチュエータが開示されており、さらにこのマイクロアクチュエータは光学スキャナ（飛点走査器）として各種分野にも適用することが可能とされている。

【0007】しかしながら、このような上下駆動型のマイクロアクチュエータでは、ステージの背面及びこの背面に対応する基板の上部に、駆動くし形電極及び固定された駆動くし形電極が配列されたステージの背面を駆動する構造を有し、特に、二つの基板を用いて上部構造物及び下部構造物が製作され、その後、これらの構造物を互いに接合しなければならないため、この構造物の製作は容易ではない。特に、各々、別々に製作された上部構造物及び下部構造物を接合するに際し、各構造物に配列された駆動くし形電極及び固定くし形電極の少なくとも一方に異物が存在する場合には、上部構造物及び下部構造物の接合が困難になるという問題がある。このような理由から、これらの上部構造物及び下部構造物を各々独立して製作し、これらを適切に接合する構造及びその製造方法が求められている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、上下方向の運動が可能なステージを備え、かつ製作が容易なマイクロアクチュエータ、およびその製品歩留まりを向上させた製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明に係る請求項1は、所定パターンの配線層が形成された基板と、前記基板上に固定され、この基板面に対して垂直方向にくし状に延びる複数の固定くし形電極と、前記基板の上方の所定高さに形成され、上下方向の運動が可能に構成されたステージと、前記ステージの底部に平行に配列して形成され、各先端部が前記固定くし形電極の間にくし状に延びる複数の駆動くし形電極と、前記ステージの上下方向の運動を支持するように、前記ステージの両側部にステージと一体的に形成された所定長さのトーションバーと、前記トーションバーの両端部に連結された第1フレーム層と、前記第1フレーム層の下部に配置され、第1フレーム層と共に積層構造のフレームを形成する第2フレーム層と、前記第1フレーム層と第2フレーム層との間に介在し、前記第1フレーム層と第2フレーム層とを共に接合するための共晶組織からなる金属共晶接合層とを備えて構成されたことを特徴とするマイクロアクチュエータを提供する。

【0010】本発明に係る請求項2のマイクロアクチュエータは、請求項1において、前記第1フレーム層、トーションバー、ステージ及び駆動くし形電極が一体的に形成されて構成されることが望ましい。

【0011】本発明に係る請求項3のマイクロアクチュエータは、請求項1において、前記第1フレーム層は、ステージを覆う方形枠の形状を有し、前記第1フレーム層と前記ステージとの間には、所定幅の分離領域が設けられ、前記トーションバーは、前記分離領域と交差して構成されることが望ましい。

【0012】また、本発明に係る請求項4のマイクロアクチュエータは、請求項1において、前記第1フレーム層は、ステージを覆う方形枠の形状を有し、前記第1フレーム層とステージとの間には、所定幅の方形枠の形状の分離領域が設けられ、前記トーションバーは、前記方形枠の形状の分離領域の一部と交差して構成されることが望ましい。

【0013】そして、本発明に係る請求項5のマイクロアクチュエータは、請求項1から請求項4のいずれか一項において、前記固定くし形電極は、前記基板上に形成された電極ベースの上に形成され、前記電極ベース、固定くし形電極、及び第2フレーム層は、同一素材の基板から形成されて構成されることが望ましい。

【0014】そしてまた、本発明に係る請求項6のマイクロアクチュエータは、請求項5において、前記固定くし形電極は、前記第2フレーム層よりも高い位置に配置されかつその先端部が前記第2フレーム層の上端部よりも高くなるように配置されて構成されることが望ましい。

【0015】また、本発明に係る請求項7のマイクロアクチュエータは、請求項1から請求項4のいずれか一項において、前記固定くし形電極は、前記第2フレーム層

よりも高い位置に配置されかつその先端部が前記第2フレーム層の上端部よりも高い位置に配置されて構成されることが望ましい。

【0016】さらに、本発明に係る請求項8のマイクロアクチュエータは、請求項1から請求項4及び請求項6のいずれか一項において、前記駆動くし形電極、及び第1フレーム層は、各々の先端部が任意の共通平面上に配置されて構成されることが望ましい。

【0017】そして、本発明に係る請求項9のマイクロアクチュエータは、請求項5において、前記駆動くし形電極、及び第1フレーム層は、各々先端部が任意の共通平面上に配置されて構成されたことを特徴とする。

【0018】そしてまた、本発明に係る請求項10のマイクロアクチュエータは、請求項1から請求項4、請求項6及び請求項9のいずれか一項において、前記共晶組織からなる金属共晶接合層は、複数の金属層から構成され、中央に配置された金属層は、AuとSnとの合金からなるメッキ層から形成されて構成されることが望ましい。

【0019】前記目的を達成するために、本発明に係る請求項11は、第1基板の両面をエッチングすることによって、ステージと、前記ステージの底部に形成された複数の駆動くし形電極と、前記ステージで互に対向する両端部の中間部に配置されたトーションバーと、前記トーションバーを支持する所定高さの第1フレーム層とからなる上部構造物を形成する段階と、第2基板の両面をエッチングすることによって、基板と、前記基板上に形成され前記第1フレーム層に対応する所定高さを有する第2フレーム層と、前記基板上に形成された複数の固定くし形電極とからなる底部構造物を形成する段階と、前記第1フレーム層と第2フレーム層との間に共晶接合層を介在させて前記上部構造物と底部構造物とを一体的に接合すると共に、前記駆動くし形電極の延長方向が、前記固定くし形電極の延長方向と互い違いに配列されるように前記駆動くし形電極と固定くし形電極とが重なり合うように形成する段階とを含むことを特徴とするマイクロアクチュエータの製造方法を提供する。

【0020】また、本発明に係る請求項12のマイクロアクチュエータの製造方法は、請求項11において、前記上部構造物を形成する段階は、前記ステージと第1フレーム層との間の空間部に対応する所定幅及び所定深さを有する上部分離領域を形成する段階と、前記第1フレーム層に対応する部分に上部金属層を形成する段階と、前記第1基板の底部を所定パターンにエッチングすることにより前記分離領域を貫通させて、前記ステージの底部に所定高さを有する駆動くし形電極を形成する段階とを含むことが望ましい。

【0021】さらに、本発明に係る請求項13のマイクロアクチュエータの製造方法は、請求項11において、前記下部構造物を形成する段階は、前記構成要素に対応

する所定パターンの配線層を形成する段階と、前記第2フレーム層と固定くし形電極形成領域との間の空間部に対応する所定幅及び所定深さを有する下部分離領域を形成する段階と、前記基板の上部に前記第2基板の底部を接合する段階と、前記第2基板の上部の前記第2フレーム層に対応する領域を所定深さになるまでエッチングする段階と、前記第2基板のエッチング部分に下部金属層を形成する段階と、前記第2基板の上部に前記第2フレーム層及び前記固定くし形電極に対応する部分を被覆するマスク層を形成する段階と、前記マスク層で被覆されていない部分を所定深さになるまでエッチングし、前記下部分離領域を貫通させて、前記下部分離領域の内側に所定高さの固定くし形電極を形成する段階とを含むことが望ましい。

【0022】そして、本発明に係る請求項14のマイクロアクチュエータの製造方法は、請求項12において、前記下部構造物を形成する段階は、前記構成要素に対応する所定パターンの配線層を形成する段階と、前記第2フレーム層と固定くし形電極形成領域との間の空間部に対応する所定幅及び所定深さを有する下部分離領域を形成する段階と、前記基板の上部に前記第2基板の底部を接着する段階と、前記第2フレーム層に対応する部分を所定深さになるまでエッチングする段階と、前記第2基板のエッチングされた部分に下部金属層を形成する段階と、前記第2基板の上部に前記第2フレーム層及び固定くし形電極に対応する部分を被覆するマスク層を形成する段階と、前記マスク層に被覆されていない部分を所定深さになるまでエッチングして前記下部分離領域を貫通させて、前記下部分離領域の内側に所定高さの固定くし形電極を形成する段階とを含むことが望ましい。

【0023】また、本発明に係る請求項15のマイクロアクチュエータの製造方法は、請求項12または請求項14において、前記上部金属層を形成する段階は、前記第1基板の底部に金属の初期核からなる層を形成する段階と、前記金属の初期核からなる層に、メッキ法によって、共晶組織からなる金属共晶接合層を形成する段階とを含むことが望ましい。ここで、金属の初期核からなる層（金属初期核層）とは、金属層が基板上に形成される過程の初期段階を意味し、一部の金属が基板上に島状構造に形成された層のことである。

【0024】さらに、本発明に係る請求項16のマイクロアクチュエータの製造方法は、請求項15において、前記上部構造物及び下部構造物を一体的に接合する段階は、前記上部構造体の第1フレーム層と下部構造体の第2フレーム層とを接合するために、所定温度及び所定圧力下で共晶組織からなる金属共晶接合層を形成し、さらに、前記下部構造体の第2フレーム層の下部金属層に、前記上部構造体の第1フレーム層の上部金属層を互いに接合させる段階を含むことが望ましい。

【0025】また、本発明に係る請求項17のマイクロ

アクチュエータの製造方法は、請求項13または請求項14において、前記下部構造の第2フレーム層に下部金属層を形成する段階は、下部構造体の第2フレーム層に上部構造体の第1フレーム層を接合するために、所定温度及び所定圧力で共晶組織からなる金属共晶接合層を形成し、さらに、下部構造体の第2フレーム層の下部金属層に上部構造体の第1フレーム層の上部金属層を接合する段階を含むことが望ましい。

【0026】そしてまた、本発明に係る請求項18のマイクロアクチュエータの製造方法は、請求項12または請求項14において、前記第1基板に対する上部分離領域を形成した段階の後に、前記分離領域の表面に保護層を形成する段階をさらに含むことが望ましい。

【0027】さらに、本発明に係る請求項19のマイクロアクチュエータの製造方法は、請求項11から請求項16のいずれか一項において、前記第2基板の下部は、陽極接合により前記基板の上部に接合されることが望ましい。

【0028】また、本発明に係る請求項20のマイクロアクチュエータの製造方法は、請求項17において、第2基板の下部は、陽極接合により前記基板に接合されることが望ましい。

【0029】また、本発明に係る請求項21のマイクロアクチュエータの製造方法は、請求項18において、第2基板により得られた構造物を前記基板に陽極接合により接合することが望ましい。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面に基づき、本発明に係る望ましい実施形態について詳細に説明する。図1を参照すると、パイレックス（登録商標）ガラスなどからなる基板1上に方形枠の形状のフレーム2が配置され、フレーム2の内側にはステージ3が配置されている。ステージ3は、フレーム2に連結され、相互に対向する2つの側端部の中央部へ延びるトーションバー31によって支持されている。

【0031】フレーム2、ステージ3及びトーションバー31は一体的に形成され、フレーム2及びトーションバー31はステージ3への電気的な通路を構成している。トーションバー31はステージ3の上下運動を支持し、ステージ3の運動時に適宜に弾性的復原力を与える。

【0032】フレーム2はAu/Sn合金などのメッキ層による共晶組織からなる金属共晶接合層23を中心としてその上下に配置される第1フレーム層21及び第2フレーム層22を含む。第1フレーム層21、ステージ3及びトーションバー31は後述する多段階の加工工程を通して一枚の素材基板、たとえば、一枚のシリコンウェーハから得られ、これにより、第1フレーム層21とステージ3との間には方形枠の形状の分離領域24aが存在し、ステージ3の両側から延びたトーションバー3

1は前記分離領域24aと交差して構成されている。

【0033】図2及び図3に示すように、ステージ3の底部には垂直下方に延びる駆動くし形電極32が複数平行に形成され、ステージ3の下方には駆動くし形電極32と交互に配置される固定くし形電極34が複数平行に配置されている。

【0034】固定くし形電極34は電気的に分離された第1電極ベース35a、第2電極ベース35b上に形成されている。第1電極ベース35a上に形成される固定くし形電極34は、これと対応する上方の駆動くし形電極32との静電気効果によりステージ3に対する駆動力を生じ、第2電極ベース35b上に形成される固定くし形電極34はこれと対応する上方の駆動くし形電極32と共に相対的な位置関係の変化による可変キャパシタなどのセンサーとして動作する。

【0035】フレーム2の第2フレーム層22と第1電極ベース35a、第2電極ベース35b及びこれらの上部の固定くし形電極34は、一枚の素材基板、たとえば、シリコンウェーハから得られ、したがって、第1電極ベース35a、第2電極ベース35bとフレーム2の第2フレーム層22との間には方形枠の形状の分離領域24bが存在する。

【0036】基板1は、第1電極ベース35a、第2電極ベース35b、フレーム2の第2フレーム層22の加工時に、別途、部品として取付けられる要素であって、その上部に第1電極ベース35a、第2電極ベース35b、及びフレーム2を通じてステージ3への電気的な信号伝達のための配線層及びこの終端部に設けられるパッドが形成される。

【0037】図2及び図3に示すように、固定くし形電極34の高さは第2フレーム層22よりも高く、このため、固定くし形電極34の先端部は第2フレーム層22の上端部よりも高い位置に配置される。また、駆動くし形電極32の下端部（すなわち、その先端部）及び第1フレーム層21の先端部は、任意の共通平面（C-C面）に配置される。このような構造は、前記したように、別途、基板から得られた上部構造物と下部構造物とを容易に接合させるものであり、フレーム2の第1フレーム層21、第2フレーム層22が一つに接合されたときに、駆動くし形電極32及び固定くし形電極34を所定幅だけ重なり合わせるためのものである。

【0038】以下、前記のような構造を有する本発明に係るマイクロアクチュエータを製作するための、本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法の望ましい実施形態を段階毎に説明する。ここでは、段階毎に図1から図3に示される構造を有するマイクロアクチュエータの構成要素を参照しながら、図4～図8に沿って説明する。

【0039】（1．上部構造物の製作方法）まず、上部構造物を製作する段階について説明する。

(イ) まず、図4(A)に示すように、上部くし形電極32(図1、図2及び図3参照)の高さ及びステージ3の厚さの合計に相当する厚さ、たとえば、 $100\mu\text{m}$ 程度の厚さを有するシリコン(Si)ウェーハなどから構成される第1基板100を用意し、この表面にエッチングマスク層101を形成する。エッチングマスク層101は従来公知のフォトレジストを用いて形成され、エッチングマスク層101において、トーションバー31とステージ3、これらを覆うフレーム2の第1フレーム層21に対応する領域を除いた部分、すなわち、後記する図8に示すように、分離領域24aに対応する分離領域部分24a'が、フォトリソグラフィ法によるエッチングの過程を通じて除去される。図8においては、トーションバー31とステージ3、これらを覆うフレーム2の第1フレーム層21の参照符号が、エッチングマスク層101のパターンの理解を容易にするために併記されている。

【0040】(ロ) つぎに、図4(B)に示すように、分離領域部分24a'(図8参照)に露出された第1基板100の露出部分を所定深さになるまでエッチングして分離領域24aを形成する。このとき、エッチング深さ t_1 はトーションバー31(図1、図2及び図3参照)またはステージ3の厚さに対応するものである。また、このエッチング方法としては、従来公知の乾式または湿式のエッチング法を用いることができる。

【0041】(ハ) さらに、図4(C)に示すように、エッチングマスク層101を除去する。このとき、フォトレジストよりなるエッチングマスク層101は湿式エッチング法によって除去され、その後、脱イオン水などを用いた洗浄段階を経る。

【0042】(ニ) 引き続き、図4(D)に示すように、第1基板100の背面全体に金属初期核層23aを蒸着法などにより形成する。金属初期核層23aはクロム(Cr)を厚さ 500\AA 程度に蒸着し、この金属初期核層23aの上に金(Au)を厚さ 1500\AA 程度に蒸着することによって形成される。

【0043】(ホ) 続いて、図5(A)に示すように、金属初期核層23aの上部にメッキマスク層102を形成する。このメッキマスク層102はフレーム2が形成される部分を除く全ての部分に形成される。このため、メッキマスク層102はフォトレジストの全面的な塗布及びフォトリソグラフィ法などによるパターンニングの過程によって得られる。

【0044】(ヘ) つぎに、図5(B)に示すように、メッキマスク層102で被覆されていない金属初期核層23aの露出部分にAu/Snなどの合金を所定厚さにメッキして共晶組織からなる金属共晶接合層23bを形成する。

【0045】(ト) さらに、図5(C)に示すように、メッキマスク層102を化学的な湿式エッチング法によ

って除去した後、第1基板100を含む全体を脱イオン水などによって洗浄する。

【0046】(チ) 続いて、図6(A)に示すように、金属初期核層23a及び共晶組織からなる金属共晶接合層23b上にエッチングマスク層103を形成する。

【0047】(リ) 続いて、図6(B)に示すように、エッチングマスク層103は、共晶組織からなる金属共晶接合層23b上に形成された部分を残して、金属初期核層23a上に形成された部分を除去する。このようなパターンニングの過程には、通常のフォトリソグラフィ法を適用することができる。ここで、フレーム2(図1、図2及び図3参照)が形成される以外の部分であり、エッチングマスク層103が残存していない金属初期核層23aを化学的な湿式エッチング法によって除去する。

【0048】(ヌ) つぎに、図6(C)に示すように、共晶組織からなる金属共晶接合層23b上に残存するエッチングマスク層103を除去した後、基板100を含む全体を洗浄する。

【0049】(ル) つぎに、図7(A)に示すように、第1基板100の背面に、所定パターンを有する駆動くし形電極を形成するためのエッチングマスク層104を形成する。エッチングマスク層104は分離領域24aの内側及び共晶組織からなる金属共晶接合層23b上に形成される。このようなパターンニングの過程には、通常のフォトリソグラフィ法を適用することができる。

【0050】(ヲ) さらに、図7(B)に示すように、ICPRIE(Inductively Coupled Plasma Reactive Ion Etching; 誘導結合型プラズマ反応イオンエッチング)装置を用いて駆動くし形電極32を形成する。このとき、エッチング深さ t_2 は、第1基板100全体の厚さから分離領域24aの深さ t_1 を引いた値である。したがって、分離領域24aは貫通され、分離領域24aの内側のステージ3と前記したフレーム2(図1、図2及び図3参照)の第1フレーム層21及び分離領域24aを横切るトーションバー31(図7(B)では図示省略)が完成されることになる。

【0051】(ワ) そして、図7(C)に示すように、エッチングマスク層104を除去して駆動くし形電極32及び共晶組織からなる金属共晶接合層23bの上部の表面を露出させる。

【0052】以上のような上部構造物の加工工程においては、前述したように、前記ICPRIE装置の特性から、厚さが $500\mu\text{m}$ 程度以内の補強ウェーハを第1基板100に付加して行なうため、上部構造物の製作が完了すると、たとえば、第1基板100と前記補強ウェーハとを接着していた接着剤や、感光剤を除去すると同時に、前記補強ウェーハを第1基板100から除去する。そして、このように各素子に分離された上部構造物の洗浄工程を終了した後、ステージ3の表面及びトーション

バー31を保護するために蒸着されたSiO₂膜をBOE (Buffered Oxide Etchant; 緩衝酸化エッチング液)を用いて除去し、さらにこの上部構造物を再び洗浄し、オープンで乾燥すれば、上部構造物の製作が完了する。

【0053】(2. 上部構造物及び下部構造物の支持に用いられる基板の製作) つぎに、上部構造物及び下部構造物の支持に用いられる基板を製作する段階について説明する。

(イ) まず、図9(A)に示すように、前述した第1基板100と同一の厚さ500μmのパイレックス(登録商標)ガラスよりなる基板1の上部に素子の配線層を形成するための金属膜201を蒸着する。この金属膜201は、Au配線層との接合に用いられるため、Auで形成されることが望ましい。ここで、基板1は、図2及び図3に示されるマイクロアクチュエータ全体を支持する基板1である。

【0054】(ロ) つぎに、図9(B)に示すように、金属膜201にエッチングマスク202を形成する。

【0055】(ハ) 続いて、図9(C)に示すように、金属膜201の露出部分をエッチングして金属膜201から配線層203を形成する。

【0056】(ニ) さらに、図9(D)に示すように、配線層203上に残存するエッチングマスク202を除去した後、基板1を含む全体の洗浄及び乾燥を行なう。

【0057】なお、図9(B)から図9(D)に示される配線層203は、理解を助けるために概略的に示されたものである。実際には、これよりも多くの数で、しかも異なる配置の形態からなる配線層203が形成される。また、図9(B)から図9(D)に示される配線層203は、前述した固定くし形電極34(図1、図2及び図3参照)が支持される第1電極ベース35a及び第2電極ベース35bに連結されるものである。前述した図1から図3には、前記のような配線層203が省略されている。

【0058】(3. 下部構造物の製作) 以下では、実質的に一枚のウェーハに複数の下部構造物を形成する工程について説明する。なお、ここでは理解を助けるために、前記複数の下部構造物の中の1つの形成工程について説明する。すなわち、図10(A)から図10(D)、図11(A)から図11(D)、12(A)から図12(C)、及び図13(A)から図13(C)には、いずれも一つの下部構造物を有するものが示されている。

【0059】(イ) まず、図10(A)に示すように、シリコンウェーハなどの第2基板300の上部に所定パターンのエッチングマスク301を形成する。ここで、第2基板300の厚さは100μm程度である。エッチングマスク301は前述したフレーム2の第2フレーム層22、第1電極ベース35a、第2電極ベース35b

に対応する部分を覆っている。また、エッチングマスク301は基板1に形成される配線層のうち、第1電極ベース35a及び第2電極ベース35bに連結される配線層203に対応するフレーム2の部位には形成されない。このため、配線層203に対応するフレーム2の部位は、この後、引き続いて行なわれるエッチングの過程で所定深さになるまでエッチングされる。このエッチングの過程は、前述した配線層203がステージ3(図1、図2及び図3参照)と電気的に連結されているフレーム2の第2フレーム層22を配線層203と電気的に分離させるために行なわれるものである。

【0060】(ロ) つぎに、図10(B)に示すように、エッチングマスク301で被覆されていない部分を、前述したICPRIE法により第2基板300の露出部分を所定深さになるまでエッチングする。このとき、エッチング深さt3は配線層203よりも深く、前述した第1電極ベース35a、第2電極ベース35bの厚さに相当するように形成することが望ましい。さらに望ましくは、エッチング深さt3を15μmとする。

【0061】(ハ) つぎに、図10(C)に示すように、エッチングマスク301を化学的な湿式エッチング法によって除去した後、第2基板300を含む全体を脱イオン水などで洗浄し、その後これを乾燥させる。したがって、この工程では、後の工程で完成されるフレーム2の第2フレーム層22の内側の分離領域24bが形成され、未完成の第1電極ベース35a、第2電極ベース35bの輪郭が露出される。

【0062】(ニ) 続いて、図10(D)に示すように、第2基板300と前述したパイレックス(登録商標)ガラスよりなる基板1とに熱や圧力を作用させると共に、電圧を印加するなどして、前記両者を陽極接合によって接合する。

【0063】(ホ) 引き続き、図11(A)に示すように、下部構造物を形成するための第2基板300の上部にエッチングマスク303を形成する。エッチングマスク303は前述したフレーム2(図1、図2及び図3参照)の第2フレーム層22に対応する部分を除く部分に形成される。

【0064】(ヘ) つぎに、図11(B)に示すように、エッチングマスク303で被覆されていないフレーム2で第2フレーム層22に対応する部分が所定深さになるまでエッチングする。このとき、たとえば、1500μm×1200μmの面積を有するマイクロアクチュエータを製作する場合には、所定部位を40μm程度の深さになるまでエッチングし、この所定部位に、上部構造物との接合を行なうための従来公知の位置決め手段(図示省略)を挿入する。このとき、前記エッチング深さは駆動くし形電極と固定くし形電極とが重なり合った領域の関数で表されるので、この重なりあった領域の設計に応じてエッチング深さを適宜に調節する必要がある。

る。

【0065】(ト) 続いて、図11(C)に示すように、エッチングマスク303を除去した後、基板1を含む全体の洗浄及び乾燥を行なう。

【0066】(チ) 引き続いて、図11(D)に示すように、第2基板300の上部全体に下部金属層23cを蒸着する。このとき、蒸着する金属は前述した金属初期核層23aと同一の材料から形成することが望ましい。

【0067】(リ) つぎに、図12(A)に示すように、フレーム2の第2フレーム層22に対応する部分にエッチングマスク304を形成し、このエッチングマスク層の内側で突出した部分の下部金属層23cの表面を露出させた状態に保持する。

【0068】(ヌ) つぎに、図12(B)に示すように、エッチングマスク304で被覆されていない下部金属層23cを除去し、第2基板300の表面を露出させる。

【0069】(ル) つぎに、図12(C)に示すように、第2基板300の上部に前述した固定くし形電極34(図1、図2及び図3参照)に対応する部位及びフレーム2の第2フレーム層22に対応する部位にエッチングマスク305を形成する。

【0070】(ヲ) さらに、図13(A)に示すように、エッチングマスク305で被覆されていない第2基板300の露出部分を前記ICPRI E法によって所定深さ t_4 になるまでエッチングする。このエッチング深さ t_4 は第2基板300の厚さから分離領域24bの深さ t_3 (図10(B)参照)を引いた値である。このようにして、基板1上には、エッチングによって、分離領域24b(図1、図2及び図3参照)の内側に第1電極ベース35a、第2電極ベース35b及びフレーム2の第2フレーム層22を形成する。

【0071】(ワ) 続いて、図13(B)に示すように、基板1上に形成された構造物全体の上にフォトレジストによる保護膜306を形成する。この過程は基板1から下部構造物のユニットを分離させるための前処理段階であって、この下部構造物ユニットの分離を行なうためのダイシング工程に際し、ダイシング工程によって下部構造物の損傷及び破壊を防止するためのものである。このようにして保護膜306を形成した後、ダイシングソーなどを用いて基板1とこの基板1の上部に配置された下部構造物ユニットとを分離させる。

【0072】(カ) そして、図13(C)に示すように、保護膜306及びエッチングマスク305を化学的な湿式エッチング法によって除去した後、この基板1を含む全体の洗浄及び乾燥を行なう。このような洗浄及び乾燥が終了すれば基板1への下部構造物の形成が完了する。

【0073】(4. 上部構造物と下部構造物との接合) つぎに、以上の過程を通して形成された上部構造物ユニ

ット及び下部構造物ユニットを一体的に接合して最終的なマイクロアクチュエータを完成させる段階について説明する。まず、図14(A)に示すように、上部構造物と下部構造物とを整列させた後、図14(B)に示すように、前記両者を一体的に接合させる。なお、このような上部構造物と下部構造物との整列及び接合には、真空チャックを補助的に用いて行なうことができる。そして、各々分離した状態にある上部構造物と下部構造物とをフリップチップボンダーを用いて接合させる。

【0074】すなわち、二つの真空チャックに上部構造物と下部構造物とを各々固定した後、顕微鏡で観察しつつ二つの構造物を整列させ、この整列が完了した後、この二つの真空チャックを近づけて二つの上部構造物と下部構造物とを一体的に接合させる。このとき、一定の圧力及び共晶温度を保持すれば、共晶組織からなる金属共晶接合層23bと下部金属層23cとが溶着してフレーム2の第1フレーム層21及び第2フレーム層22が一体的に接合される。図14(B)では、金属層23を極めて薄い厚さを有するものとして示されている。このように、金属層23を構成する金属初期核層23a、メッキ層23b及び下部金属層23cは、極めて薄く形成される。なお、前記した図面においては、金属層23を構成する金属初期核層23a、メッキ層23b及び下部金属層23cが誇張して示されている。

【0075】本発明者は、以上のような段階からなる工程を用いて、マイクロアクチュエータを製作した。そして、その駆動状態を調査したところ、前記した本発明の目的通りに、前記ステージが一定の角度範囲内で、所定周波数で上下運動することが確認された。図15及び図16は、本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法によって製作されたマイクロアクチュエータにおいて、トーションバーの近傍を示す上部構造物のSEM(走査型電子顕微鏡)写真であり、図17は、前記マイクロアクチュエータの下部構造物の平面的な構造を示すSEM写真である。また、図18は、前記下部構造物に形成された固定くし形電極を拡大して示すSEM写真である。そして、図19は、一体的に接合された上部構造物及び下部構造物において、駆動くし形電極及び固定くし形電極を拡大して示すSEM写真であり、図20は、本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法によって製作されたマイクロアクチュエータの平面構造を示す光学顕微鏡写真である。以上のように本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法によって製作されたマイクロアクチュエータは、実際に図15から図20に示すように、所期の設計寸法通り、かつ所望の品質を備えて製作されていることが明らかとなった。特筆すべきことは、くし形電極間での異物の発生が効率的に防止されるので、本発明に係るマイクロアクチュエータの製品の歩留まりが飛躍的に高められた点である。

【0076】以上のような構造を有する本発明に係るマ

マイクロアクチュエータは、各種の分野で応用することが可能である。たとえば、前記した本発明に係るマイクロアクチュエータに含まれるステージの表面に光学ミラーを備えれば、入射した光を所定角度の範囲内で反射させることができる光学スキャナ（飛点走査器）として適用することが可能である。このような光学スキャナは、レーザを用いたテレビ等の映像表示装置、または光磁気的な情報記憶装置に含まれる光スキャナとして適用することが可能である。

【0077】

【発明の効果】以上説明した通りに構成される本発明に係るマイクロアクチュエータおよびその製造方法によれば、目的とする構造を有するマイクロアクチュエータを所望とする品質を備えて製造することができる。特に、その製造工程中に生じ得る、くし形電極間の異物の発生を効率的に低く抑えて製造することができるので、上部構造物と下部構造物とを迅速かつ安定して接合することができ、その結果、製品の歩留まりを飛躍的に高めることができる。

【0078】本発明は添付した図面に示された一実施形態を参考として説明されたが、これは単なる例示的なものに過ぎず、当該技術分野における通常の知識を有する者であれば、この一実施形態に基づいて各種の変形及び均等な他の実施形態を具現化することが可能であるということと言うまでもない。よって、本発明の真の技術的な保護範囲は特許請求の範囲によって定まるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るマイクロアクチュエータによる望ましい実施形態の構成を模式的に示す斜視図である。

【図2】図1に示す本発明に係るマイクロアクチュエータを模式的に示すA-A線断面図である。

【図3】図1に示す本発明に係るマイクロアクチュエータを模式的に示すB-B線断面図である。

【図4】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法において、上部構造物を製作する工程に含まれる各段階（A）～（D）を模式的に示す図である。

【図5】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法において、上部構造物を製作する工程に含まれる各段階（A）～（C）を模式的に示す図である。

【図6】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法において、上部構造物を製作する工程に含まれる各段階（A）～（C）を模式的に示す図である。

【図7】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法において、上部構造物を製作する工程に含まれる各段階（A）～（C）を模式的に示す図である。

【図8】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法において、図4（A）に示す段階における基板を模式的に示す平面図である。

【図9】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方

法において、上部構造物と下部構造物とを支持する基板を製作する工程に含まれる各段階（A）～（D）を模式的に示す図である。

【図10】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法において、下部構造物を製作する工程に含まれる各段階（A）～（D）を模式的に示す図である。

【図11】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法において、下部構造物を製作する工程に含まれる各段階（A）～（D）を模式的に示す図である。

10 【図12】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法において、下部構造物を製作する工程に含まれる各段階（A）～（D）を模式的に示す図である。

【図13】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法において、下部構造物を製作する工程に含まれる各段階（A）～（D）を模式的に示す図である。

【図14】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法において、上部構造物と下部構造物とを一体的に接合する組立て工程に含まれる各段階（A）、（B）を模式的に示す図である。

20 【図15】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法により製作されたサンプルにおいて、上部構造物のトーションバーの近傍のSEM（走査型電子顕微鏡）像の観察写真である。

【図16】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法によって製作されたサンプルにおいて、上部構造物のトーションバーの近傍のSEM像の観察写真である。

【図17】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法によって製作されたサンプルにおいて、下部構造物の平面的構造を示すSEM像の観察写真である。

30 【図18】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法によって製作されたサンプルにおいて、下部構造物に形成された固定くし形電極を拡大したSEM像の観察写真である。

【図19】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法によって製作されたサンプルにおいて、上部構造物と下部構造物との接合後の駆動くし形電極及び固定くし形電極を拡大したSEM像の観察写真である。

40 【図20】本発明に係るマイクロアクチュエータの製造方法によって製作されたマイクロアクチュエータの平面的構造を示す光学顕微鏡の観察写真である。

【符号の説明】

1 基板

2 フレーム

3 ステージ

21 第1フレーム層

22 第2フレーム層

23 金属層

23a 金属初期核層

23b 共晶組織からなる金属共晶接合層

50 23c 下部金属層

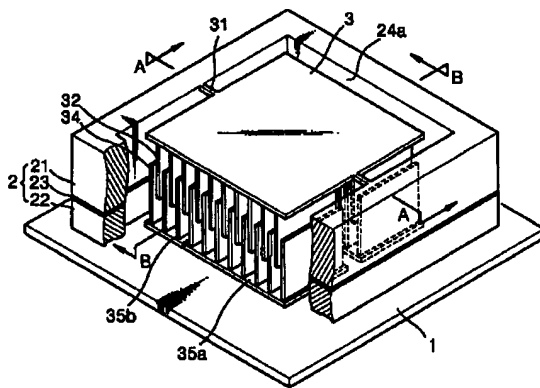
19

20

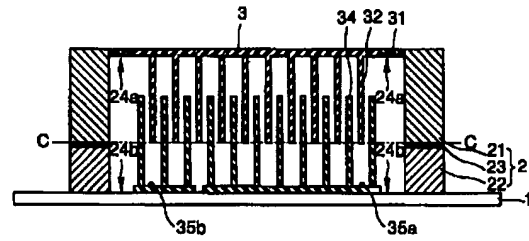
24a 分離領域
 31 トーションバー
 32 駆動くし形電極
 34 固定くし形電極

35a 第1電極ベース
 35b 第2電極ベース

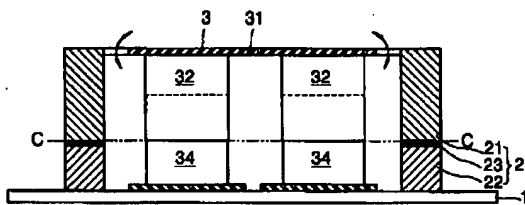
【図1】



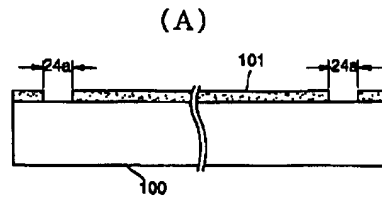
【図2】



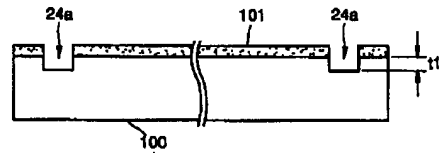
【図3】



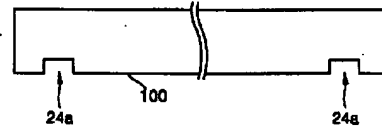
【図4】



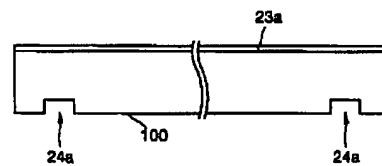
(B)



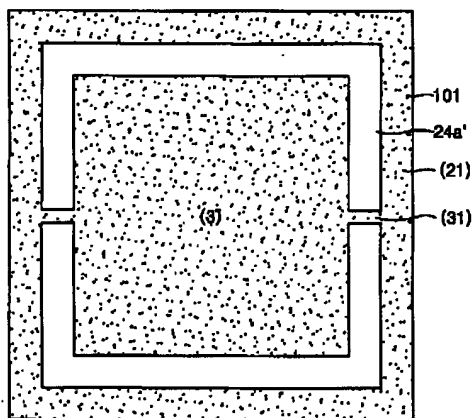
(C)



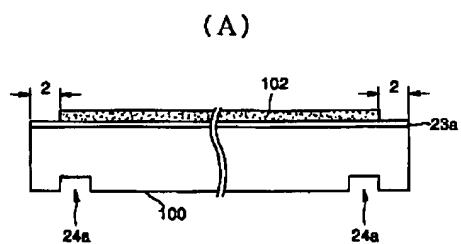
(D)



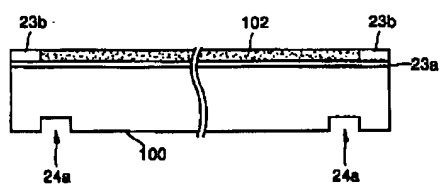
【図8】



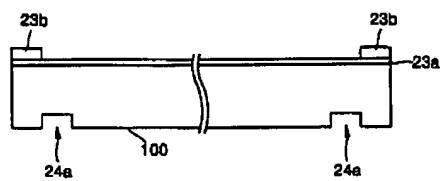
【図5】



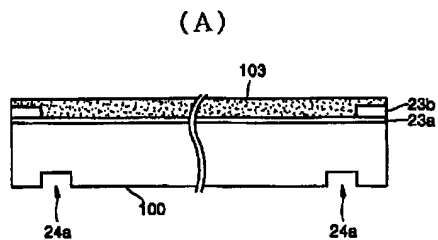
(B)



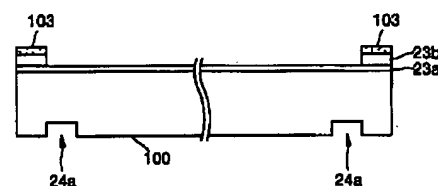
(C)



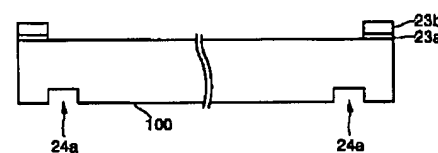
【図6】



(B)



(C)



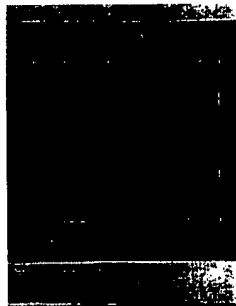
【図15】



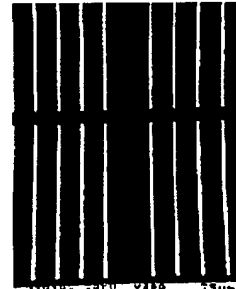
【図16】



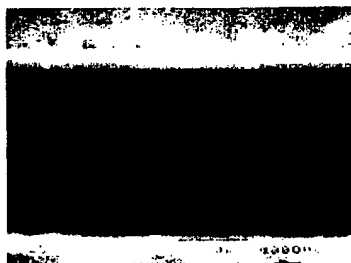
【図17】



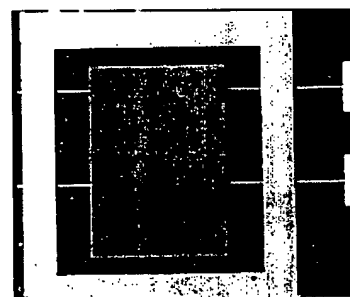
【図18】



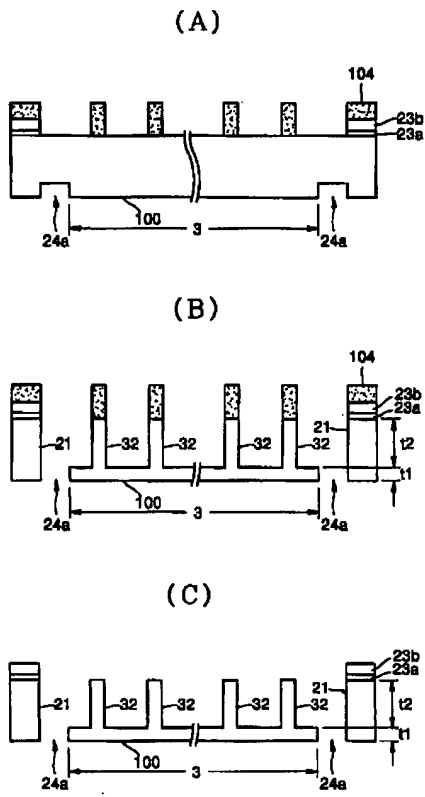
【図19】



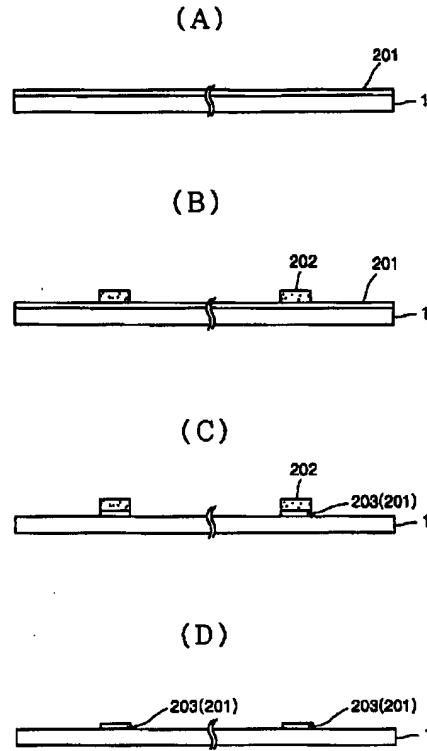
【図20】



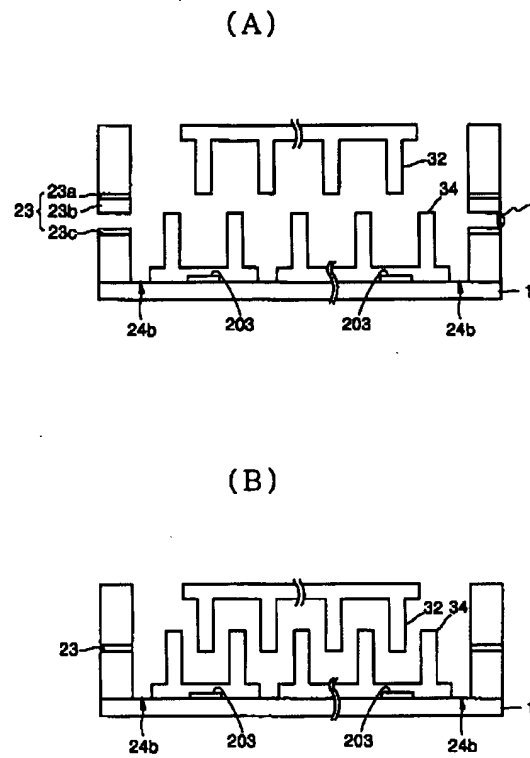
【図7】



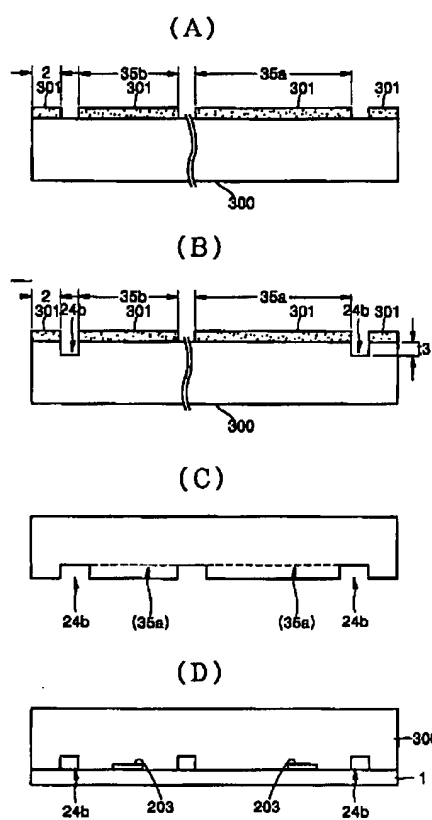
【図9】



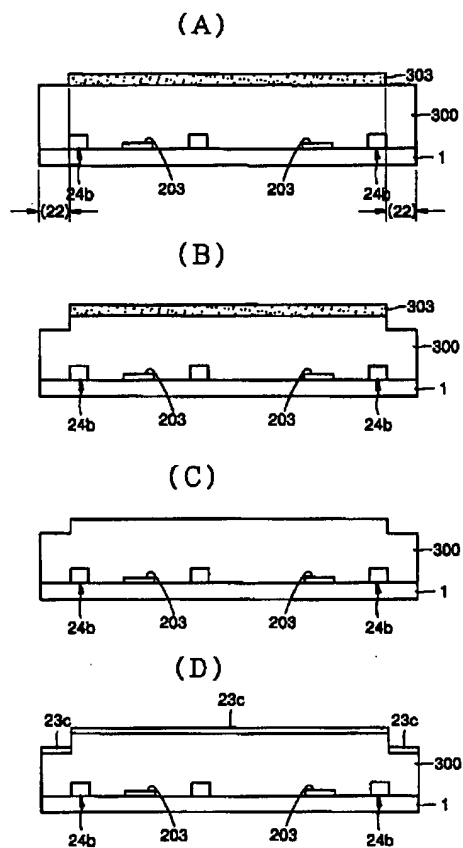
【図14】



【図10】

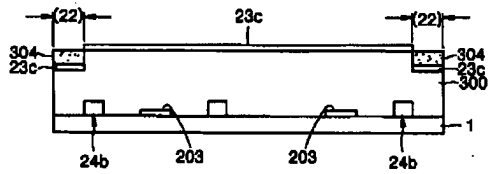


【図11】

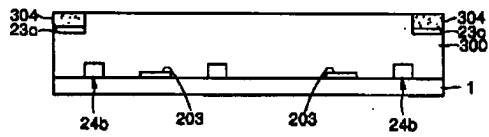


【図12】

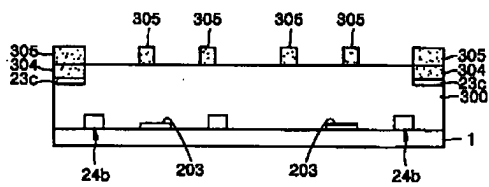
(A)



(B)

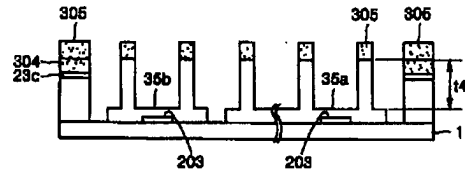


(C)

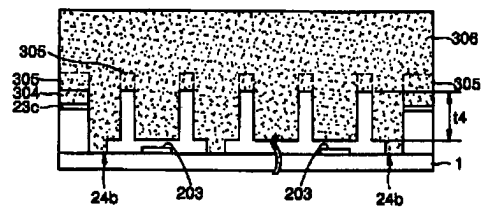


【図13】

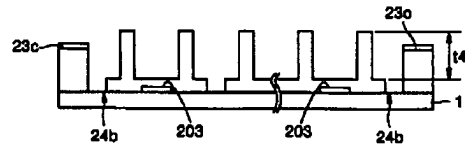
(A)



(B)



(C)



フロントページの続き

(72)発明者 孔 渡 鉉

大韓民国 ソウル特別市 冠岳区 奉天6

洞 100-231番地

CLIPPEDIMAGE= JP02002137200A

PAT-NO: JP02002137200A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002137200 A

TITLE: MICRO ACTUATOR AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

PUBN-DATE: May 14, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|----------------|---------|
| LEE, JIN-HO | N/A |
| KO, YOUNG-CHUL | N/A |
| KANG, DO-HYUN | N/A |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|----------------------------|---------|
| SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD | N/A |

APPL-NO: JP2001243828

APPL-DATE: August 10, 2001

INT-CL (IPC): B81B003/00;B81C001/00 ;H02N001/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a micro actuator provided with a stage movable in the vertical direction and easy to be manufactured, and to provide a manufacturing method thereof improved in the products yield.

SOLUTION: A bottom part of a stage 3 is formed with multiple driving comb-like electrode 32 in parallel with each other, and plural fixed comb-like electrodes 34 corresponding to the driving comb-like electrodes 32 are arranged in parallel with each other in an upper part of a substrate 1. A torsion bar 31 for supporting the vertical movement of the stage 3 is provided in both sides of the stage 3. The torsion bar 31 is supported by a frame

2 provided with a first frame layer 21 and a second frame layer 22, and the torsion bar 31 is integrally formed with the first frame layer 21, and the first frame layer 21 and the second frame layer 22 are connected to each other through a metal eutectic bonding layer formed of a eutectic structure between metal layers.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO